



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE**  
**CURSO DE NUTRIÇÃO**

**INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE BCAA's NA MELHORA DO  
SISTEMA IMUNE EM ATLETA DE ENDURANCE**

**Mariana Pires de Castro do Nascimento**  
**Professor Orientador: Daniela Gomes**

**Brasília, 2014**

## RESUMO

**Introdução:** A atividade física pode fragilizar o sistema imunológico podendo prejudicar o desempenho do atleta. O uso de BCAA's pode modular a resposta imunológica influenciando na produção de glutamina após a prática de exercício intenso. O objetivo principal deste trabalho foi qual é a influencia da suplementação de BCAA's no sistema imunológico de indivíduos que praticam atividade de endurance. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão de literatura, onde foram usadas as palavras-chaves aminoácidos de cadeia ramificada, glutamina, sistema imunológico, exercício físico e citocinas nos idiomas português e inglês na busca por artigos por artigos nas bases de dados Sielo, Bireme, Google Acadêmico, PudMed e em livros científicos. Foram selecionados 15 estudos para analisar as evidências científicas sobre esse tema. **Resultados e discussão:** A suplementação de BCAA's influencia na manutenção da glutamina plasmática e consequentemente na produção de citocinas (IL-1, IL-2, TNF e FNT-  $\gamma$ ). Os atletas que foram suplementados mantiveram os níveis de concentração da glutamina, comparado com o grupo que não realizou a suplementação, bem como apresentaram melhora no sistema imune em virtude da maior proliferação de linfócitos. **Conclusão:** A suplementação de glutamina parece contribuir para a manutenção dos níveis plasmáticos de glutamina e na melhora da imunidade. No entanto, os estudos encontrados são poucos e antigos. Sugere-se a realização de novos estudos que avaliem os aspectos estudados com diferentes doses, tipos, intensidades e duração de treinos.

**PALAVRAS-CHAVE:** BCAA; glutamina; sistema imune; citocinas.

## ABSTRAC

**Introduction:** Physical activity may weaken the immune system, which in turn may lower the athlete's performance. The use of BCAA can modulate the immune system's response, affecting the production of glutamine after vigorous exercise. To this end, this paper's main goal is to evaluate the influence, on the immune system, of a BCAA supplementation for individuals who practice endurance activities. **Methodology:** It involved reviewing literature, in which the key-words branched chain amino acid, glutamine, immune system, physical exercise and cytokynes in the Portuguese and English languages, were used to search for articles in the following databases: Sielo, Bireme, Google Scholar, PudMed and scientific books. Fifteen studies were selected to analyze the scientific evidence on this topic. **Results and Discussion:** BCAA supplementation affects the plasma glutamine's upkeep and consequently the production of cytokines (IL-1, IL-2, TNF e FNT-  $\gamma$ ). The athletes who were supplemented kept their glutamine concentration levels, compared to the group that wasn't administered the supplementation, as well as presenting an improved immune system due to a higher proliferation of lymphocytes. **Conclusion:** Glutamine supplementation may contribute to the upkeep of plasma glutamine levels and improved immunity. However, the studies found are few and old. It is suggested to carry out new studies that evaluate the studies aspects with different doses, types, intensity and length of training.

**KEY-WORDS:** BCAA; glutamine; immune system; cytokynes.

## 1. INTRODUÇÃO e JUSTIFICATIVA

A relação entre exercício físico e saúde vem se consolidando nos últimos anos. Em alguns estudos clínicos foram demonstrados que a prática regular de atividade física está associada à promoção da saúde (LEANDRO et al., 2007). Segundo Matsudo (2006) sujeitos com estilo de vida ativo possuem menor risco de doenças cardiovasculares, de hipertensão, possuem também uma melhora no perfil de lipoproteínas e da tolerância à glicose. Os efeitos do exercício físico sobre o sistema imunológico também têm sido bastante abordados (LEANDRO et al., 2007).

Segundo Parham (2001), o sistema imunológico tem como principal objetivo reconhecer os organismos invasores, impedir que ele se espalhe no organismo e eliminá-los do corpo. Existem duas divisões desse sistema: a resposta imune inata e a resposta imune adquirida. A inata é a primeira defesa do organismo contra os agentes infecciosos e é uma resposta rápida, ela não possui memória e nem especificidade. Já a adquirida é uma resposta específica contra um invasor e possui memória. (CALDER, 2006)

Alguns fatores de acordo com Leandro et al. (2002) podem favorecer o enfraquecimento desse sistema, como por exemplo, o exercício físico que pode ser classificado de acordo com a intensidade do esforço como: leve, moderado e intenso proporcionando diferentes respostas no sistema imunológico. O de intensidade moderada melhora esse sistema, enquanto o exercício com alta intensidade pode reduzir a resposta imune (ROSA; VAISBERG, 2002).

A atividade de alta intensidade praticada em excesso é caracterizada como a síndrome do excesso de treinamento (*Overtraining*) e é geralmente provocada por uma sequência de exercícios prolongados, junto com períodos de recuperação inapropriados. Esse excesso pode prejudicar o atleta no seu desempenho, fazendo com que haja um decréscimo no seu rendimento, e também na sua saúde aumentando a incidência de infecção nas vias respiratórias, provavelmente por causa da inibição do sistema imunológico. Após uma sessão de exercício prolongado e intenso, a imunidade pode permanecer baixa por um período de 3 a 72 horas gerado pela diminuição da glutamina plasmática (BIESEK; ALVES; GUERRA, 2010).

De acordo com Rogero et al. (2000) algumas células do sistema imunológico usam a glutamina como combustíveis para a sua produção. Segundo Curi (2000) em algumas condições, como em atividades físicas prolongadas, a concentração intracelular e plasmática desse aminoácido diminui em até 50%, isso porque os processos de produção e de liberação da glutamina pelos músculos vão ser alterados, diminuindo a sua disponibilidade para as células do sistema imunológico, tornando os atletas mais propensos às infecções. Uma alternativa de suplementação, com o objetivo de reverter a queda da concentração de glutamina no plasma e consequentemente a incidência de infecções, seria a oferta de aminoácidos de cadeia ramificada. (BIESEK; ALVES; GUERRA, 2010).

Os aminoácidos de cadeia ramificada conhecidos como BCAA's (*Branched Chain Amino Acids*) compreendem três tipos distintos: valina, leucina e isoleucina. Eles são essenciais, ou seja, não são sintetizados no organismo humano devendo ser ingeridos através dos alimentos ou na forma de suplementos dietéticos. (CARVALHO, 2005). Os BCAA's podem estimular a síntese proteica, evitar o catabolismo de proteínas e servir de substrato para a gliconeogênese. Eles são degradados no músculo, estimulando a produção de glutamina e favorecendo o aumento do seu nível plasmático após exercício intenso. (HENDLER; RORVIK, 2001)

Nesse sentido, torna-se importante avaliar se a suplementação BCAA's influencia no sistema imunológico de indivíduos que praticam atividades de longa duração e alta intensidade e qual seria o melhor protocolo de suplementação a ser utilizado. Desta forma, o presente trabalho poderá contribuir para a implementação de protocolos de suplementação que visem à prevenção da queda de imunidade destes atletas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo primário**

Averiguar qual a influência da suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA's) no sistema imunológico de indivíduos que praticam atividades de longa duração e alta intensidade.

### **2.2 Objetivos secundários**

- Comparar os níveis de glutamina sérica antes e após a atividade física em indivíduos em uso de suplementação de BCAA's;
- Verificar o tempo e dosagem da suplementação de BCAA's implementada nos estudos;
- Observar o comportamento dos marcadores de inflamação e do sistema imune após a suplementação de BCAA's.

### 3. METODOLOGIA PROPOSTA

Trata-se de um estudo de revisão da literatura sobre a suplementação de BCAA's para a melhora do sistema imune. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica dos últimos 20 anos sobre a influência do BCAA's no sistema imunológico, nos idiomas português e inglês. As informações foram obtidas a partir: de livros científicos, de periódicos e sites de pesquisa científica na internet como, SCIELO, BIREME, GOOGLE ACADÊMICO e PUBMED. Foi utilizadas as palavras-chaves: aminoácidos de cadeia ramificada, glutamina, sistema imunológico, citocinas e exercício físico, nos idiomas português e inglês. Todos os artigos selecionados estão listados na tabela 1.

**Tabela 1** – Resultado da busca por estudos nas bases de dados de acordo com as palavras-chave.

Palavras-Chaves	Total
Aminoácidos de cadeia ramificada exercício físico	1
Glutamina e sistema imunológico	1
Branched chain amino acids and immune	2
Exercício físico e sistema imunológico	5
BCAA and immune	2
Citocinas	2
Glutamine and exercise	2
<b>Total</b>	<b>15</b>

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos utilizados para analisar os efeitos do uso do BCAA's no sistema imunológico de atletas de endurance estão listados na tabela 2.

**Tabela 2.** Estudos de intervenção sobre os efeitos da suplementação de BCAA's no sistema imunológico de atletas de endurance.

Palavras-Chave	Experimento (autor/ano)	Sujeitos	Método da avaliação	Dias de avaliação	Resultados
Branched chain amino acids and immune	Bassit et al., 2002	Maratonistas	Foi ofertado 6g/dia BCAA'S, 60% de leucina, 20% de valina e 20% de isoleucina.	30 dias antes da prova, 30 minutos antes e 7 dias consecutivos após a prova.	Grupo placebo teve uma redução de 24% da concentração de glutamina plasmática no final da prova. O grupo que foi suplementado a redução de glutamina plasmática foi evitada, a síntese de IL-1, IL2, TNF e IFN-γ foram aumentadas.
BCAA and immune	Bassit et al., 2000	Triatletas	Foi ofertado 6g/dia BCAA'S, 60% de leucina, 20% de valina e 20% de isoleucina.	30 dias antes da prova, 30 minutos antes e 7 dias consecutivos após a prova.	A concentração plasmática de glutamina após o triatlo foi mantida em relação aos valores basais no grupo suplementado com o BCAA's, enquanto houve diminuição significativa da concentração de glutamina sérica no grupo placebo após o triatlo.



Branched chain amino acids and immune	Parry-Billings et al., 1992	Maratonistas	Quatro bebidas, contendo 4g de BCAA diluídos em 100 ml em cada bebida, totalizando 16g dos aminoácidos.	A bebida foi oferecida durante quatro momentos de uma maratona de 42,2km.	O grupo suplementação aumentou a concentração plasmática de BCAA e manteve a de glutamina plasmática ao final da maratona. O grupo placebo teve uma redução de 16% na concentração de glutamina plasmática e 18% de BCAA's.
BCAA and immune	Hee Koo et al., 2014	Remadores de elite	Três grupos distintos, placebo, suplementação com BCAA 3,15g/dia (20% valina, 50% leucina, 25% isoleucina) e suplementação com glutamina 6g/dia.	A suplementação foi oferecida 7 dias antes do teste, 3 vezes ao dia.	IL-6 e IL-8 não apresentaram diferenças significativas entre os grupos e entre as fases. A IL-15 mostrou diferenças entre as fases, mas não mostrou diferença significativa entre os grupos. A concentração de IL-15 no sangue do grupo placebo e do grupo com suplementação de BCAA foi diferente no fim de exercício da concentração da recuperação, mas não teve diferença entre os estágios do grupo que foi suplementado com a glutamina. No estágio de recuperação o grupo do BCAA a IL-15 só apareceu reduzida no final do exercício.

IL-1:interleucina-1; IL-2: interleucina-2; TNF: fator de necrose tumoral; IFN-γ: interferon-gama; IL-6: interleucina-6; IL-8: interleucina-8; IL-15: interleucina-15.

## **4.1 EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BCAA's NOS NÍVEIS SÉRICOS DE GLUTAMINA**

Com o objetivo de reverter a imunossupressão em atletas após grandes esforços, ou seja, a diminuição da concentração da glutamina, tem sido estudadas algumas alternativas de suplementação antes, durante e após o exercício. Uma alternativa testada é a suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA's), devido ao seu importante papel na síntese da glutamina pelos músculos esqueléticos (GARCIA JÚNIOR; MORTATTI, 1998).

Parry-Billings et al. (1992) avaliaram o efeito da suplementação com BCAA's de quatro bebidas, contendo 4g de BCAA's diluídos em 100 ml em cada bebida, totalizando 16g dos aminoácidos. Essa bebida foi oferecida durante quatro momentos de uma maratona de 42,2km para indivíduos saudáveis. A suplementação fez com que a concentração plasmática de BCAA's aumentasse e a concentração plasmática da glutamina se mantivesse ao final da maratona. Já o grupo placebo teve uma diminuição significativa de 16% na concentração de glutamina plasmática e 18% de BCAA's.

Bassit et al. (2000) encontrou a eficácia na suplementação de BCAA's na concentração plasmática de glutamina e consequentemente no fortalecimento do sistema imune. Os pesquisadores avaliaram o efeito da suplementação com BCAA's sobre a resposta imune e a concentração plasmática de glutamina de triatletas, os quais realizaram um triatlo olímpico. Os indivíduos foram separados em grupo placebo e grupo suplementado. A suplementação foi de 6g/dia de BCAA's, 60% era de leucina, 20% de valina e 20% de isoleucina, que foi ingerida 30 dias antes da competição. Uma dose de BCAA's foi ingerida 30 minutos antes da prova assim como a mesma dose foi ingerida pela manhã durante sete dias após a prova. Com isso foi observado que a concentração plasmática de glutamina após o triatlo foi mantida em relação aos valores basais no grupo suplementado com o BCAA's, enquanto houve diminuição significativa da concentração de glutamina sérica no grupo placebo após o triatlo.

Em outro estudo realizado por Bassit et al. (2002) foi avaliado o efeito da suplementação de BCAA's sobre a resposta imunológica de maratonistas que participaram de uma corrida com um percurso de 30km. O protocolo de suplementação foi idêntico ao protocolo descrito do estudo anterior. Os maratonistas do grupo placebo apresentaram uma redução de 24% da concentração de glutamina plasmática no final da prova, já nos maratonistas que foram suplementados com BCAA's, essa redução de glutamina plasmática foi evitada.

Os resultados obtidos dos estudos encontrados mostram que a suplementação de BCAA's pode ajudar a reverter a diminuição da concentração de glutamina plasmática, pois eles são um dos três aminoácidos que o organismo utiliza para a síntese de glutamina (BLANCHARD, 2001). Sendo assim essa suplementação pode ser uma medida para a prevenção da queda da imunidade de atletas de endurance, já que as células do sistema imunológico usam a glutamina para a sua produção. A suplementação também evita o desenvolvimento de doenças respiratórias influenciando diretamente no rendimento do atleta.

## **4.2 EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE BCAA's NOS MARCADORES INFLAMATÓRIOS E IMUNES**

Ainda no estudo de Bassit et al (2000), o grupo que foi suplementado apresentou uma maior síntese *in vitro* de interleucina-1 (IL-1), IL-2, fator de necrose tumoral (TNF) e interferon-gama (IFN- $\gamma$ ) a partir de células mononucleares do sangue periférico estimuladas com mitógenos em relação ao grupo placebo. Além disso, a suplementação de BCAA's promoveu um aumento na proliferação de linfócitos obtidos do sangue periférico no momento pós-triatlo comparado com o grupo placebo. Esse estudo também demonstrou redução da incidência de sintomas de infecção (34%) nos atletas que foram suplementados com BCAA's no período de trinta dias antes e na semana posterior à competição.

Resultados semelhantes também foram encontrados em outro estudo realizado por Bassit et al. (2002) com maratonista que participaram de uma prova de 30Km. Os maratonistas foram divididos em dois grupos, placebo e suplementado. Foi feita

uma suplementação de 6g/dia de BCAA's, 60% era de leucina, 20% de valina e 20% de isoleucina. Essa suplementação foi ingerida 30 dias antes da competição, 30 minutos antes da prova e a mesma dose foi ingerida pela manhã durante sete dias após a prova.

Diante dos resultados apontados nos estudos, a suplementação de BCAA's pode influenciar na recuperação dos atletas, pois as citocinas (IL-1, IL2, TNF e FNT- $\gamma$ ) são substâncias necessárias para a resposta inflamatória, favorecendo a recuperação da infecção ou da lesão que podem surgir após atividades de alta intensidade. O sistema imune também parece ser melhorado devido ao aumento da proliferação de linfócitos, esse aumento da produção foi estimulado pelo o aumento da IL-2 e eles são responsáveis por reconhecer especificamente o patógeno invasor, diminuindo a incidência de infecções (OLIVEIRA, et al., 2011) .

O processo de proliferação dos linfócitos, a produção de IL-2, a síntese de anticorpos e a secreção de citocinas (IL-1, TNF e FNT-  $\gamma$ ) são dependentes de glutamina, tendo influência direta com a suplementação de BCAA's, pois esses aminoácidos contribuem para a manutenção da concentração de glutamina (NEWSHOLME, et al., 1999).

Um estudo realizado pelos autores Hee Koo et al. (2014) teve como objetivo comparar da suplementação de BCAA com a glutamina em relação com a liberação de citocinas pró-inflamatórias. Foram selecionados cinco atletas remadores de elite jovens que foram divididos em grupo placebo (PS), grupo com suplementação de BCAA (BS) e grupo com suplementação de glutamina (GS). A composição da suplementação do BCAA era de 25% de valina, 50% de leucina e 25% de isoleucina, totalizando 3,15 g/dia e a de glutamina foi de 6g/dia. Essa suplementação foi oferecida sete dias antes do teste três vezes ao dia. A amostra de sangue foi colhida em três momentos: antes do teste, imediatamente no fim do teste e trinta minutos depois do término. O teste foi realizado com uma máquina de remo indoor.

IL-6 e IL-8 não apresentaram diferenças significativas entre os grupos e entre as fases. A IL- 15 teve diferenças entre as fases ( $p < 0,05$ ) ,mas as diferenças entre os grupos não foram significativas. As concentrações de IL-15 do grupo PS e do grupo com BS foram diferente no fim de exercício comparando com as concentrações da recuperação, no grupo GS não houve diferença significativa entre

esses estágios. No estágio de recuperação o grupo BS a IL-15 teve uma redução no final do exercício.

**Tabela 3.** Concentração de citocinas no sangue.

Items	Group	Resting	End of exercise	Recovery
IL-6 (pg/ml)	PS	21.70±20.46	24.76±10.58	18.60±1.14
	BS	14.10±6.53	24.02±10.61	15.36±6.27
	GS	21.76±7.63	22.12±7.59	16.68±6.00
IL-8 (pg/ml)	PS	25.30±10.35	34.16±8.08	29.16±4.02
	BS	27.14±8.37	30.76±7.08	24.22±9.78
	GS	26.12±5.21	25.91±5.09	23.82±6.91
IL-15 (pg/ml)	PS	24.26±6.42	42.66±24.04*	34.96±16.95
	BS	24.26±6.42	41.98±21.89*	19.06±5.56†
	GS	21.36±7.07	29.60±4.87	28.50±10.63

Mean±SD. PS, Placebo supplementation; BS, BCAA supplementation, GS, Glutamine supplementation

\* p<0.05 vs. resting; † p<0.05 vs. end of exercise

\*Fonte: KOOL, Ga H. et al., 2014.

A IL-15 é uma citocina relacionada com a função imunitária e serve para a produção de células Natural Killer, que são importantes para prevenir infecções virais (NIELSEN, 2007).

As concentrações dessa citocina observada no grupo PS e no BS tiveram um aumento como um efeito compensatório em virtude à diminuição do nível de glutamina. Já no grupo GS a concentração de IL-15 não foi aumentada, pois a função imunológica e as defesas inflamatórias não apresentaram diminuição (KOO, et al., 2014).

## CONCLUSÃO

Os aminoácidos são necessários para a síntese de uma variedade de proteínas específicas (incluindo citocinas e anticorpos) e influenciam diretamente no sistema imune. A suplementação de BCAA's em atletas influencia na manutenção da concentração da glutamina plasmática, pois os que foram suplementados conseguiram manter os níveis de glutamina sérica comparado com o grupo que não realizou a suplementação, por isso apresenta efeitos benéficos ao sistema imunológico de atletas de endurance. Essa manutenção da glutamina plasmática permitiu com que houvesse um aumento da proliferação dos linfócitos e aumento da produção de IL-1 e 2, TNF e FNT-  $\gamma$ , que possivelmente estão ligados a menor incidência de infecções relatadas pelos atletas que foram suplementados. Mas comparando a suplementação de BCAA's com a de glutamina, o segundo aminoácido teve um melhor resultado na manutenção do sistema imunológico, pois a concentração de glutamina plasmática foi ainda melhor do que com a suplementação de BCAA's mantendo uma boa produção de IL-15. Baseado nesse resultado a suplementação de glutamina poderia ser útil para a melhora da função imune e das defesas inflamatórias após o exercício.

Verifica-se também que o tempo e a quantidade da suplementação do aminoácido (BCAA's) foi o suficiente para obter resultados significativos na imunidade dos atletas. Existem poucos estudos que abordam a suplementação de BCAA's no fortalecimento do sistema imunológico de atletas de endurance e os estudos encontrados são antigos e 2 dos 3 pertenciam ao mesmo grupo de pesquisa, devido a isso é necessário que haja mais estudos, como outros tipos de treino, bem como diferentes intensidades e duração, para conhecer melhor os benefícios dessa suplementação.

## REFERÊNCIAS

BLANCHARD, et al. The influence of diet and exercise on muscle and plasma glutamine concentrations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 33, p. 69-74, 2001.

BASSIT, Reinaldo A. et al. The effect of BCAA supplementation upon the immune response of triathletes. *Medicine & Science in Sports Exercise*, v. 32 n. 7, p.1214-1219, Oct. 2000

BASSIT, Reinaldo A. et al. Branched-chain amino acid supplementation and immune response of long-distance athletes. *Nutrition*. 2002; 18:376-9.

CALDER, Philip. Branched-chain amino acids and immunity. *The Journal of Nutrition*. Estados Unidos, p. 288–293, 2006

CURI, Rui. *Glutamina: metabolismo e aplicações clínicas e no esporte*. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.

CARVALHO, Isabel S. BCAA (Aminoácidos de Cadeia Ramificada). *Fitness & Performance Journal*, Rio de Janeiro, v.4, n.5 p. 253, 2005.

GARCIA JÚNIO, Jair; MORTATTI, Arnaldo L. Overtraining: aspectos fisiológicos. *Treinamento desportivo*, v. 3, p.73-84, 1998.

GUERRA, Isabela; BIESEK, Simone; ALVES, Leticia. *Estratégia de nutrição e suplementação no esporte*. 2ª edição. Barueri: Manole, 2010.

HENDLERSS, Rorvik. *PDR for nutritional supplements*. 2ª edição. Montvale: Medical Economics, 2008.

KOOL, Ga H. et al. Effects of Supplementation with BCAA and L-glutamine on Blood Fatigue Factors and Cytokines in Juvenile Athletes Submitted to Maximal Intensity Rowing Performance. *J. Phys. Ther. Sci*, v.26, n. 8, p. 1241–1246, 2014.

LEANDRO, Carol et al. Exercício físico e sistema imunológico: mecanismos de integrações. *Revista Portuguesa de Ciência do Desporto*, v. 2, n. 5, p.80-90, 2002.

LEANDRO, Carol G. et al. Mecanismos adaptativos do sistema imunológico em resposta ao treinamento físico. *Rev. Bras. Med. Esporte, Recife*, v. 13, n. 5, p. 343-348, Set/Out, 2007.

MATSUDO, S. M. Atividade física na promoção da saúde e qualidade de vida no envelhecimento. *Revista Brasileira Educação Física*. Espírito Santo - SP, v.20, p.135-37, n.5, 2006.

NEWSHOLME, et al. Glutamine metabolism by lymphocytes, macrophages, and neutrophils: its importance in health and disease. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 10: 316-24, 1999.

NIELSEN, MOUNIER, PLOMGAARD, et al.: Expression of interleukin-15 in human skeletal muscle effect of exercise and muscle fibre type composition. *J Physiol*, 584: 305–312, 2007.

OLIVEIRA, Caio MB. et al. Citocinas e dor. *Rev. Bras. Anesthesiol*, v. 61, n. 2, 2011.

PARHAM. *O Sistema Imune*. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

PARRY-BILLINGS. et al. Plasma amino acid concentration in the overtraining syndrome: possible effects on the immune system. *Med. Sci. Sport. Exerc*, Oxford, v.24, n.12, p.1353-1358, 1992.

ROSA, Luiz F. VAISBERG, Mauro. Influências do exercício na resposta imune. *Rev. Bras. Med. Esporte*, São Paulo, v. 8, n. 4, p. 167-172, Jul/Ago, 2002.

ROGERO, Macedo M. TIRAPEGUÍ, Júlio. Aspectos atuais sobre a glutamina, atividade física e sistema imune. *Revista brasileira de ciência e movimento*, São Camilo, v.15, n. 1, p. 109-117, 2000.